

高等學校教學用書

汽車拖拉機的電氣設備

下 冊

Ю. М. ГАЛКИН 著

程 宏 譯

V443.6

龍 門 聯 合 書 局

高等學校教學用書



汽車拖拉機的電氣設備

下 冊

Ю. М. 卡爾金 著

程 宏 譯

龍 門 聯 合 書 局

本書係根據蘇聯國營機械製造出版社 (Государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы) 出版的卡爾金 (Ю. М. Галкин) 著“汽車拖拉機的電氣設備” (Автотракторное электрооборудование) 1948 年增訂第二版譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為高等工業學校教科書。

本書中譯本分三冊出版, 由清華大學程宏翻譯。

汽車拖拉機的電氣設備

下 冊

АВТОТРАКТОРНОЕ
ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Ю. М. ГАЛКИН 著

程 宏 譯

★ 版權所有 ★

龍 門 聯 合 書 局 出 版

上海市書刊出版業營業許可證出 029 號

上海茂名北路 300 弄 3 號

新 華 書 店 總 經 售

新 中 央 印 刷 所 印 刷

上 海 康 定 路 158 號

開本: 850×1168 1/32

印數: 5501—7000 冊

印張: 6 28/32

1954 年 3 月第 一 版

字數: 156,000

1956 年 7 月第四次印刷

定價: (10) 1.10 元

譯名對照表

立體聲 стереофон
安全罩 бленда
丟拉利 дюраль
光束 световой поток
光度 сила света
光束形成距離 дистанция оформления
светового пучка
行燈 переносная лампа
自由接合器 муфта свободного хода
吸附裝置 присос
抱角 угол охвата
波利雅露依得 поляроид
相對可見性 относительная видность
信號機-信號 сигналы-семафоры
退極化 деполяризоваться
流明 люмен
亮度 яркость
照度 освещенность
勒克司 люкс
眩目作用 слепящее действие
除霜器 дефростер
起動注油 подготовка
絆釘 скоба

探尋燈 прожектор-искатель
牽引車 тягач
動力組合 силовой агрегат
移差傳動裝置 фау-передача
斜切面(飛輪環狀齒輪齒的) скос
插爪型 типа свапа
斯其利布 стильб
黑夫奈耳燭光 свеча Гейнера
散度 рассеяние
結晶珊 кристаллическая решетка
發光效率 световая отдача
零移差咬合 фау-нулевое зацепление
萬能車輛 вездеходный машин
適應作用 адаптация
儀表測件 прибор-датчик
熱繼電器 термореле
薄掩光板 транспарант
熾熱塞 свеча накаливания
環帶 шланг
翼板 крыло
濾色鏡 светофильтр
釋放機構 расцепляющийся механизм

高等學校(中等專業學校)教學用書

讀者意見表

書名	汽車拖拉機的電氣設備 下 冊
對本書內容的意見	
對譯本的意見	
教學中的問題	

刊 正 表

(包括翻譯錯誤及排印錯誤)

頁	行	字	刊 誤 的 字 句	應 如 何 改 正 ?
其他 錯誤				

讀者姓名		學校或 工作機關		年 級 或 擔任職務	
詳 細 通信地址					

本表如不敷填寫,可另紙書寫。

目 錄

第三編 用電裝置

第八章 起動機	441
49. 起動發動機所需最低(起動)轉速和轉矩	441
50. 起動機特性	447
51. 發動機用起動機的選配	453
52. 起動機的基本型式和分類	460
53. 起動的自動化	468
54. 起動機構造的特點	475
55. 各種起動機系統的敘述	484
56. 起動機的使用	512
文獻	522
第九章 汽車的照明	524
57. 光的基本量和單位	524
58. 汽車照明的基本問題	527
59. 汽車前燈的裝置和工作情形	541
60. 避免汽車前燈眩目作用的方法	552
61. 在霧中行駛用的照明裝置	563
62. 掩護的照明裝置	565

63. 汽車前燈、燈泡和其他器材的構造	569
文獻	577
第十章 輔助電氣裝置	579
64. 電喇叭	579
65. 制動(“停車”)信號和轉向信號	585
66. 暖氣和電熱裝置;點煙器;使發動機易於起動的裝置	590
67. 清除前玻璃上雨霜的裝置	594
68. 儀表	598
69. 開關、交換開關和保險	603
70. 線路	613
文獻	621
結 尾	622
71. 電氣設備全部方案的設計	622
文獻	626
相當於主要講課材料和相當於補充材料的章節索引	627
附錄 1. 具有永久磁鐵的交流發電機	628
附錄 2. 摩托車的電氣設備	630
附錄 3. 汽車電氣設備方案	632
譯名對照表	1

第三編 用電裝置

第八章 起動機

49. 起動發動機所需最低(起動)轉速和轉矩

起動汽車發動機所需的起動機功率決定於：

(1) 使發動機汽缸內混合氣點火所需曲軸最低每分鐘轉數；這個最低每分鐘轉數以後我們將稱為起動轉速；

(2) 當旋轉發動機曲軸時所需克服的阻轉矩。

化油器發動機的起動轉速 起動轉速依賴於三個因素：送燃料入化油器的情形，化油作用和點火。

燃料系統。 當送燃料入化油器是用自流法、真空器或電力燃料泵時，則燃料的進入化油器浮子室不依賴於發動機的曲軸轉速。但是大多數汽車上是採用機械燃料泵，用傳動裝置由發動機帶動工作。這時燃料泵的送油量須選擇得足以在起動時的低轉速下（曲軸每分鐘20—60轉）保證供充分的燃料給化油器。

送油量太低的燃料泵在起動時將不能補足由化油器所吸走的汽油量，如果發動機不立時起動，則當繼續旋轉曲軸時，化油器的浮子室將逐漸變空。如果泵的送油量與發動機的汽油消費量之間的差別大，則化油器浮子室將變空得很快，而發動機將不可能（不另外直接向浮子室內加汽油時）起動或者很難於起動。於是，燃料泵的送油量不足，可以使起動困難，而需要提高起動轉速。

化油作用。起動時曲軸轉速很低(低於 100 轉/分),這時進氣管中的真空度很小,化油器所供給的混合氣很稀。雖然化油器具有特為在低轉速時(當怠速時和起動時)維持必要的混合氣成份的裝置(起動油系和阻氣閥),然而這些裝置在曲軸轉速很小時是不夠的;結果可以不能起動。在涼發動機中(在冬天),由化油器進入發動機汽缸的混合氣與進氣管及燃燒室的冷壁接觸,使混合氣中所含的汽油蒸氣有一部份凝結,以液體顆粒狀態沉附於壁面,而混合氣變得更稀,因而起動更困難。

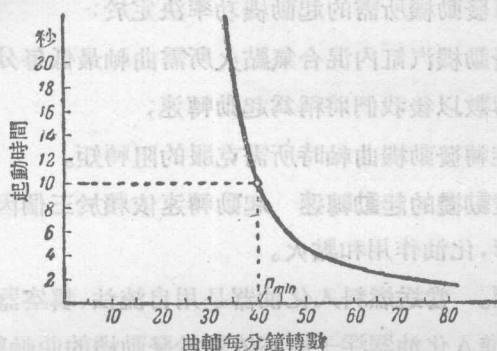


圖 224. 起動發動機時,起動時間與曲軸轉速的關係

圖 224 中示有由接入 $\ominus$ 起動機時起到發動機起動而開始獨立工作的時間(起動時間)與曲軸轉速的關係。起動時間在曲軸轉速低時的增加是由於化油器中的混合氣變稀得很厲害。爲了將必要的汽油量吸進發動機,需要曲軸轉數稍多 $\ominus$, 並且曲軸轉速愈低,則必要的轉數將愈多。

$\ominus$ 譯者註: 原文是 включение。

$\ominus$ 譯者註: 原文是 требуется несколько оборотов коленчатого вала, 但按文意似應有“較多”的意思。

如果取接入起動機的最大容許時間等於 10 秒，則於圖 224 上作相當於這個時間的水平線，並與曲線相交，我們即得到根據化油作用所必需的起動轉數；在我們的例子中，它等於 40 轉/分。如果起動機以較低的轉速轉動發動機的曲軸，則發動機不會起動〔假設起動時不將汽油注入汽缸或進氣管內等，即不作預先的起動注油(подготовка)〕。

起動轉速主要是依賴於化油器和進氣管的構造，在大多數的汽車發動機中是等於

$n_{\min} = 35-50$ 轉/分。

在選擇起動機時，應當根據這些數值進行。

點火。 如果是用電池點火系統，則在曲軸轉速很低時已能保證優良的點火作用；於是，起動將不受點火的限制，而是受化油作用的限制，起動轉速將如前所述，就是 $n_{\min} = 35-50$ 轉/分。

當用具有加速接合器的磁電機或者有起動磁電機時，情形與上相同。

如果在汽車上是用磁電機而沒有改善起動時點火作用的輔助裝置，則這時起動通常是受點火情況的限制。汽車所用型式的磁電機，只是在 100—120 轉/分(磁電機的最低轉速)時，才發生充分的電壓。如果考慮到發動機曲軸與磁電機之間的傳動速比，則這個轉速相當於：在四缸發動機，曲軸每分鐘 100—120 轉，在六缸發動機——67—80 轉。在這種情況下，根據點火情況的起動轉速將高於根據化油情況的轉速，而當選擇起動機時，須取根據點火情況的起動轉速來作計算。

汽車用柴油機的起動轉速 柴油發動機具有 15 到 20 的壓縮比。由於這樣高的壓縮作用，在壓縮衝程末了，空氣被熱到 500—600° 的溫度，而被噴進燃燒室並霧化成小顆粒的液體燃料與熱到這樣溫度的空氣接觸即自己發火。因為決定柴油機起動可能的主要因素之一是被壓

縮空氣的溫度，所以柴油機的起動轉速應當足夠高，如果起動時的發動機轉速不高，則被壓縮的空氣將有時間經汽缸壁的傳熱作用而冷卻，柴油機將難於起動。此外，當轉速太低時，燃料噴射泵的壓力將不足以使所噴射的燃料霧化得很好。

汽車用柴油機的起動轉速在很大的程度上也依賴於起動時的發動機溫度。

爲了使起動時燃料易於發火，有些柴油機上裝有熾熱塞（свеча накаливания）。熾熱塞（詳情見 § 66）是螺旋狀的絲，由電流熱到紅熱狀態，只在起動時通入電流。

雖然汽車用柴油機上用有各種裝置，在低溫下的起動還是比化油器發動機困難得多。隨着溫度的下降，柴油機的起動轉速增大很快，當溫度低於零度時，柴油機極難起動。

就各種型式的汽車用柴油機而言，在溫度爲 0° 時的起動轉速可以取爲：直接噴射式發動機，100 轉/分；備有熾熱塞的輔助燃燒室式發動機，150 轉/分；沒有熾熱塞的輔助燃燒室式發動機，200 轉/分。

阻轉矩 旋轉汽車發動機曲軸時所必須克服的阻力包括兩部份：
(a) 摩擦阻力和 (б) 由於壓縮（混合氣的壓縮）的阻力。

摩擦阻力 決定於活塞與汽缸壁的摩擦、軸承中的摩擦與輔助機構（配電器、氣門、泵等等）的驅動。在磨配得很好的發動機中，摩擦阻力主要是決定於活塞與汽缸壁的摩擦。

摩擦阻力隨潤滑油的黏度而變。因爲當溫度降低時，油的黏度增高很多，所以在低溫時發動機中的摩擦阻力也大得很多。

可以認爲摩擦力矩隨曲軸位置的變化很小。

壓縮阻力 發生在壓縮衝程時，在近於上死點時達最大值。當膨脹的時候（相當於工作衝程，但是不將混合氣點火），壓縮混合氣所消費的

功又差不多全部還回來，使曲軸易於旋轉。壓縮阻力不因發動機的溫度而變。

在多缸發動機中，諸汽缸的壓縮衝程不是同時進行的，而是彼此差開的。因此壓縮阻力矩的變化範圍不大（25—30%）。此外，當溫度降低時，由於油的黏度增加，摩擦阻力增大很多，而同時壓縮阻力保持不變。結果在低溫時，就是在正是我們所最注意的起動情況下，壓縮的影響顯得很小。這種情形使我們可以對於多缸發動機只考慮摩擦所決定的平均阻力矩的大小¹。

在不同的溫度下發動機的阻力矩隨曲軸轉速的變化情形示於圖 225 中，由所示阻力矩的曲線可以得出下列結論。

1. 當溫度降低時，發動機旋轉的阻力矩增加得非常多。
2. 在低溫下，發動機的阻力矩可以超過發動機的正常工作力矩，而且常常超過很多。
3. 起始的阻力矩（當曲軸起始轉動時）差不多不因溫度而變。

末一種情形是由於：在靜止的發動機中，接觸表面間（軸承等）的油被壓了出來，因此在最初的瞬間差不多是乾摩擦。一旦曲軸開始轉動，油即進入摩擦表面之間，而摩擦減小。在某一轉速時，摩擦表面間形成穩定的油膜（圖 225 中曲線的最小值），這時摩擦是發生在油的分子之間。這個液體摩擦的大小因轉速與油的黏度而不同；因此阻力矩隨發動機轉速的增加或者隨溫度的降低而加大。圖 225 中曲線的性質完全符合於上述的考慮，尤其是在起動的範圍中，就是發動機轉速由 0 到 100 轉/分的範圍中。當轉速更形增高時，上面三條曲線所示阻力矩的減少，是由於在測定曲線期間，因摩擦而產生的熱量提高了摩擦表面間潤滑油的溫度。在低溫時（潤滑油濃厚），穩定油膜的形成發生在

¹ 然而增加壓縮比時，則由於曲軸軸承上的壓力增加，就要使摩擦阻力增加。

轉速很低的時候；因此在相當於低溫的曲線上，最小值幾乎看不出來。

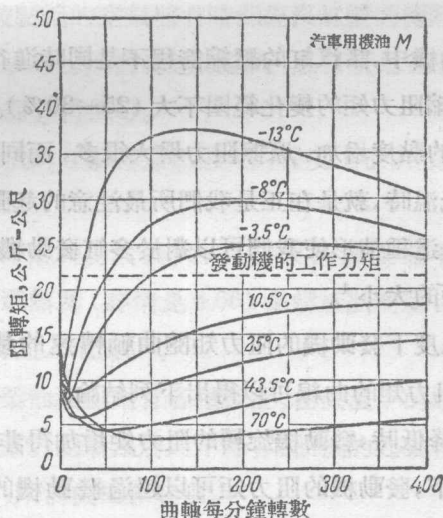


圖 225. 發動機阻力矩與曲軸轉速和溫度的關係
(AMO-3 型 6 缸發動機的數據，根據著者的試驗)

在低溫時的特徵是當曲軸轉速增加時阻力矩增大得非常急驟。

在各種溫度下的阻力矩的數值隨潤滑油的種類和品質而變化很大；此外它還因發動機的大小而不同，因為當發動機的尺寸增大時，摩擦表面的面積也要增大；發動機的構造、軸承種類——滑動軸承還是球軸承等等也有某些影響。

在壓縮比為 15—20 的汽車用柴油機中，壓縮的影響比在普通化油器發動機中大得多，因此柴油機的阻力矩約比化油器發動機的大兩倍。各發動機的阻力矩值應當用實驗的方法決定。

作為粗略的計算，我們可取在 0° 溫度時發動機的阻力矩等於

$$M = CL,$$

式中 L ——發動機的公升量，而 C ——係數，就冬季用潤滑油〔黏度為

在 50° 時恩氏 (по Энглере) 度數 $6-8^\circ$ 和曲軸轉速 $60-80$ 轉/分而言的這個係數的值如下：

係數 C 的 值

發 動 機	C 的 值, 當發動機汽缸數為		
	4	6	8
化油器發動機, 壓縮比為 5.....	3	3.5	3.8
化油器發動機, 壓縮比為 7.....	3.5	4	4.2
柴油機, 壓縮比為 15.....	7	7.2	7.4

50 起動機特性

電力起動機是串繞勵磁的電動機, 因為對起動情況而言, 串繞電動機的特性最為有利。

當用串繞勵磁時, 磁極的磁通 Φ 隨起動機所消費的電流 I 而變:

$$\Phi = f(I).$$

因此串繞勵磁電動機的轉矩 M 等於

$$M = C I \Phi = C I f(I),$$

就是只因該電動機所消費的電流而變。

這種型式電動機的轉速等於

$$n = \frac{U - I R_{cm}}{C' \Phi} = \frac{U - I R_{cm}}{C' f(I)},$$

當負荷小的時候, 可以忽略 $I R_{cm}$ 的值, 而轉速與起動機的端電壓 U 成正比。比例係數 C 和 C' 依賴於起動機的構造和大小; R_{cm} 指起動機線路的阻力, 就是電樞線捲、勵磁線捲、電刷和連接導線等的阻力。

當起動機端電壓 U 一定時, 所得起動機的轉矩 M 和轉速 n 的特性 (圖 226 中虛線) 就是普通串繞勵磁電動機的特性, 但是因為起動機的

尺寸和功率都小，所以可以取得由空轉到完全制動狀態全部範圍內的特性曲線。

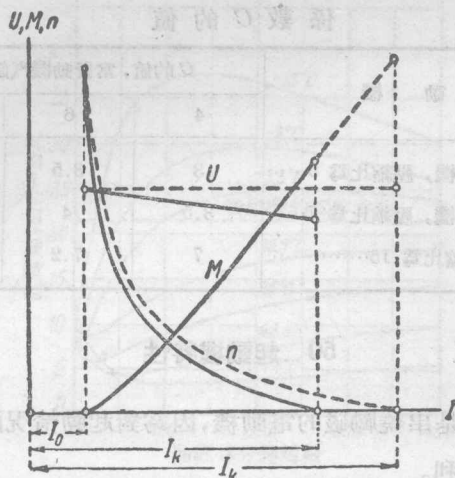


圖 226. 起動電動機特性

因為供電給起動機的蓄電池的電壓隨負荷(電流強度)的增加而降低，所以實際上的特性將如實線所示(圖 226)。起動機的轉速(在同樣的電流時)減小，轉矩可以認為不變，但是在起動機被完全制動時的電流(短路電流)等於

$$I_k = \frac{U}{R_{cm}},$$

因為這個電流減小，所以轉矩的最大值將也減小。空轉電流決定於起動機空轉時的損失的大小(主要是軸承和電刷處的摩擦)。

知道了轉矩的公斤-公尺數 M 和每分鐘轉數 n ，就很容易計算起動機的功率 N 和效率 η ：

$$N = \frac{Mn}{716.2} \text{ 馬力}, \quad \eta = \frac{736N}{UI}.$$

式中 U_n ——電池的額定電壓，等於每單格電池 2V， u ——當電流為 100 A 時，電池的電壓降下。電樞中所感應的電動勢等於

$$E = U - IR_{cm} = U_n - \frac{u}{100} I - IR_{cm} = U_n - \left(\frac{u}{100} + R_{cm} \right) I \text{ 伏特。}$$

當起動機被完全制動時 ($n=0$)，這電動勢等於零：

$$E = U_n - \left(\frac{u}{100} + R_{cm} \right) I_k = 0,$$

因此起動機被完全制動時的電流（“短路”電流）等於

$$I_k = \frac{U_n}{\frac{u}{100} + R_{cm}} \text{ 安培。}$$

起動機的電磁功率等於

$$P_{\text{ЭЛМ}} = EI = U_n I - \left(\frac{u}{100} + R_{cm} \right) I^2 \text{ 瓦特。}$$

爲了算出功率的最大值，取其導數並令其等於零：

$$\frac{dP_{\text{ЭЛМ}}}{dI} = U_n - 2 \left(\frac{u}{100} + R_{cm} \right) I = 0.$$

因此當電流等於起動機被完全制動時所消費電流的一半時：

$$I_{p \max} = \frac{U_n}{2 \left(\frac{u}{100} + R_{cm} \right)} = \frac{I_k}{2}$$

發出最大功率，其值等於

$$P_{\text{ЭЛМ max}} = \frac{U_n^2}{4 \left(\frac{u}{100} + R_{cm} \right)}.$$

起動機軸上的功率 P_2 將比較小，相差損失 $P_{\text{магн}}$ 和 $P_{\text{мех}}$ 的大小，將近似地等於

$$P_2 = P_{\text{ЭЛМ max}} - P_{\text{магн}} - P_{\text{мех}} \approx (0.80 - 0.85) P_{\text{ЭЛМ max}}.$$

同時起動機軸上的功率等於